
CONABIO
OSITOS DE AGUA: GENERALIDADES, ORIGEN, EVOLUCIÓN Y SU ESTADO DE CONOCIMIENTO EN MÉXICO. PÁG: 6
LOS PARIENTES POBRES DE LA AGRICULTURA: LAS CALABAZAS SILVESTRES, RIQUEZA PARA NUESTRO FUTURO. PÁG: 12
NÚM. 150 MAYO-JUNIO DE 2020
ISSN: 1870-1760
BioDIVERSITAS
BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
DINOSAURIOS DE MÉXICO
Los dinosaurios conformaron un grupo de organismos muy exitoso a lo largo de la historia de la vida en la Tierra, ya que dominaron el planeta durante 160 millones de años. Vivieron durante lo que los geólogos y paleontólogos llaman la era Mesozoica, desde el Triásico que inició hace 225 millones de años, pasando por el Jurásico, hasta el Cretácico que finalizó hace 65 millones de años.[1]

DINOSAURIOS DE MÉXICO: un mundo perdido

HÉCTOR RIVERA SYLVA[1] Y GABRIELA M. GARCÍA DERAS[2]



Parksosaurus, dinosaurio descubierto recientemente en Coahuila.
Foto: © Lucía Alfaro
Escultura: © Héctor Munive

La historia del descubrimiento de los dinosaurios en México data de hace cien años; sin embargo, es hasta hace unas décadas que ha tenido un mayor auge la investigación paleontológica en nuestro país. Desde principios de la década de 1990 se han realizado varios proyectos para conocer más sobre los dinosaurios mexicanos.

Durante un par de décadas, varios gobiernos e instituciones han contribuido al estudio de la paleontología de dinosaurios. Gracias a este apoyo y a la preocupación de varias personas por valorar la riqueza natural y científica, en Coahuila se impulsó la fundación del Museo del Desierto, inaugurado el 25 de noviembre de 1999 y que ahora celebra 21 años de investigación paleontológica.

En México existen varios yacimientos donde han sido descubiertos fósiles de dinosaurios. El primer registro de fósiles de estos animales en nuestro país fue realizado por el doctor Erich Haarmann, geólogo de la Universidad Humboldt en Berlín, quien realizó su trabajo geológico desde septiembre de 1910 hasta junio de 1912. Llevó a cabo un extenso trabajo de campo en gran parte del oeste del estado de Coahuila, que le permitió encontrar los restos del primer dinosaurio mexicano, a los que les asignó una edad aproximada de 70 millones de años. Esto sucedió en los Estratos La Soledad al norte de la Hacienda de Movano, en el municipio de Sierra Mojada.[2] En su publicación, Haarmann menciona que los restos de vertebrados fueron identificados por Henry Schroeder como pertenecientes a un “saurio”. Dichos restos constan de un fragmento derecho de la gola, dos vértebras de la cola, una sección larga del fémur y dos fragmentos no determinados. Estos fósiles fueron descritos por Werner von Janensch en 1926 como de un dinosaurio ceratópsido o dinosaurio con cuernos;[3] sin embargo, en años recientes se determinó que pertenecía a un hadrosaurio o pico de pato.[4]

Los dinosaurios más comunes de México son los hadrosaurios, o dinosaurios pico de pato, llamados así debido a la forma de su hocico similar a la de un pato. En 1942 se realizó el primer reporte del descubrimiento de algunos huesos de estos animales en el estado de Sonora, y desde entonces se han encontrado en varias localidades del sureste y noroeste de México.

Portada: *Yehuecauhceratops mudei*, ceratópsido descubierto al noroeste de Coahuila, cuya especie fue nombrada en honor al Museo del Desierto.
Ilustración: © Sergio de la Rosa

Uno de los hallazgos de fósiles de dinosaurios más antiguos en México es de Tamaulipas y tiene aproximadamente 180 millones de años.

Historia Natural de Los Ángeles encontraron en Baja California los restos de un hadrosaurio de alrededor de 16 metros de largo al que se le denominó como *Lambeosaurus laticaudus*, y posteriormente se renombró como *Magnapaulia laticaudus*, siendo uno de los hadrosaurios más largos encontrados en el mundo hasta el momento.[5]

En varias localidades de México se han encontrado dientes y huesos de la familia de los tiranosaurios como *Labocania anomala* en Baja California, Sonora y en varios sitios de Coahuila. También se han localizado huellas de tiranosaurios en Coahuila y Michoacán. Estos restos muy probablemente sean un nuevo género muy similar a Albertosaurus.[4]

Uno de los hallazgos de fósiles de dinosaurios más antiguos en México data del Jurásico Medio de Tamaulipas de hace aproximadamente 180 millones de años. En dicha localidad se han encontrado restos de terópodos (dinosaurios carnívoros), los cuales corresponden a dientes aplanados y aserrados, fragmentos de pelvis y un cráneo parcial. La pelvis pertenece al género *Megapnosaurus* mientras que el cráneo mantiene una afinidad con el grupo de los ceratosaurios. Se cree que el grupo de los saurópodos está representado en este lugar por los fósiles de gran tamaño que se han encontrado, además de dientes de un dinosaurio herbívoro del tipo de *Heterodontosaurus.*[6]

En 1987 un grupo de investigadores del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) inició un proyecto en el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila, para el rescate de un hadrosaurio del género *Latirhinus*. Se recuperó el 65% del ejemplar al que se le apodó "Isauria", y está expuesto en dicho instituto. El ejemplar es el primero en su tipo en ser descubierto y correspondía a un espécimen juvenil de 6 metros de largo y 2.2 metros de altura a la cintura, con un peso estimado de 3 toneladas.

En 1992 fueron encontrados restos de un hadrosaurio en la localidad de Rincón Colorado, Coahuila, por un equipo de la Secretaría de Educación Pública (SEP) que trabajó en la localidad hasta 2002. Tiempo después otra expedición encontró los restos de un cráneo y otros huesos. El cráneo fue llevado a Estados Unidos para su preparación y el resto se quedó en el Museo del Desierto (MUDE). Después de varios años de limpieza se determinó que se trataba de un género nuevo gracias a la buena preservación del cráneo que presentaba una cresta distintiva. A finales de 2007, el equipo de paleontólogos de la Universidad de Utah, Estados Unidos, y el equipo de la SEP-MUDE, describió y dio a conocer al *Velafrons coahuilensis.*[7] Los restos del *Velafrons* pertenecieron a un ejemplar juvenil que llegó a medir alrededor de 6 metros de largo y vivió hace 72 millones de años en el delta que más tarde sería el sureste de Coahuila.[7]

En años más recientes, en Coahuila y Chihuahua se ha encontrado evidencia de ceratópsidos como *Coahuilaceratops* y *Agujaceratops*, además de la nueva especie *Yehuecauhceratops mudei*. El material colectado de este ejemplar corresponde principalmente a fragmentos del cráneo, lo que permitió describir el nuevo género, el cual presenta unos cuernos grandes sobre su cabeza.[8, 9]



Excavación de un esqueleto de un dinosaurio hadrosaurio en Coahuila.
Foto: © Lucía Alfaro

Al final del Campaniano (hace 74 millones de años), un considerable enfriamiento se vivió en el planeta, el cual tuvo repercusiones en la disminución del nivel del mar y, en consecuencia, hubo cambios en los paleoambientes y sus comunidades ecológicas del occidente norteamericano. El dinosaurio más antiguo conocido hasta el momento en Coahuila fue nombrado como *Acantholipan gonzalezi*. El *Acantholipan* fue un nodosaurio (dinosaurios con espinas laterales y sin mazo en la cola) que vivió en las costas del noroeste de Coahuila, en el municipio de Ocampo, en sedimentos que corresponden a la Formación Pen, con una edad aproximada de 85 millones de años.[10]

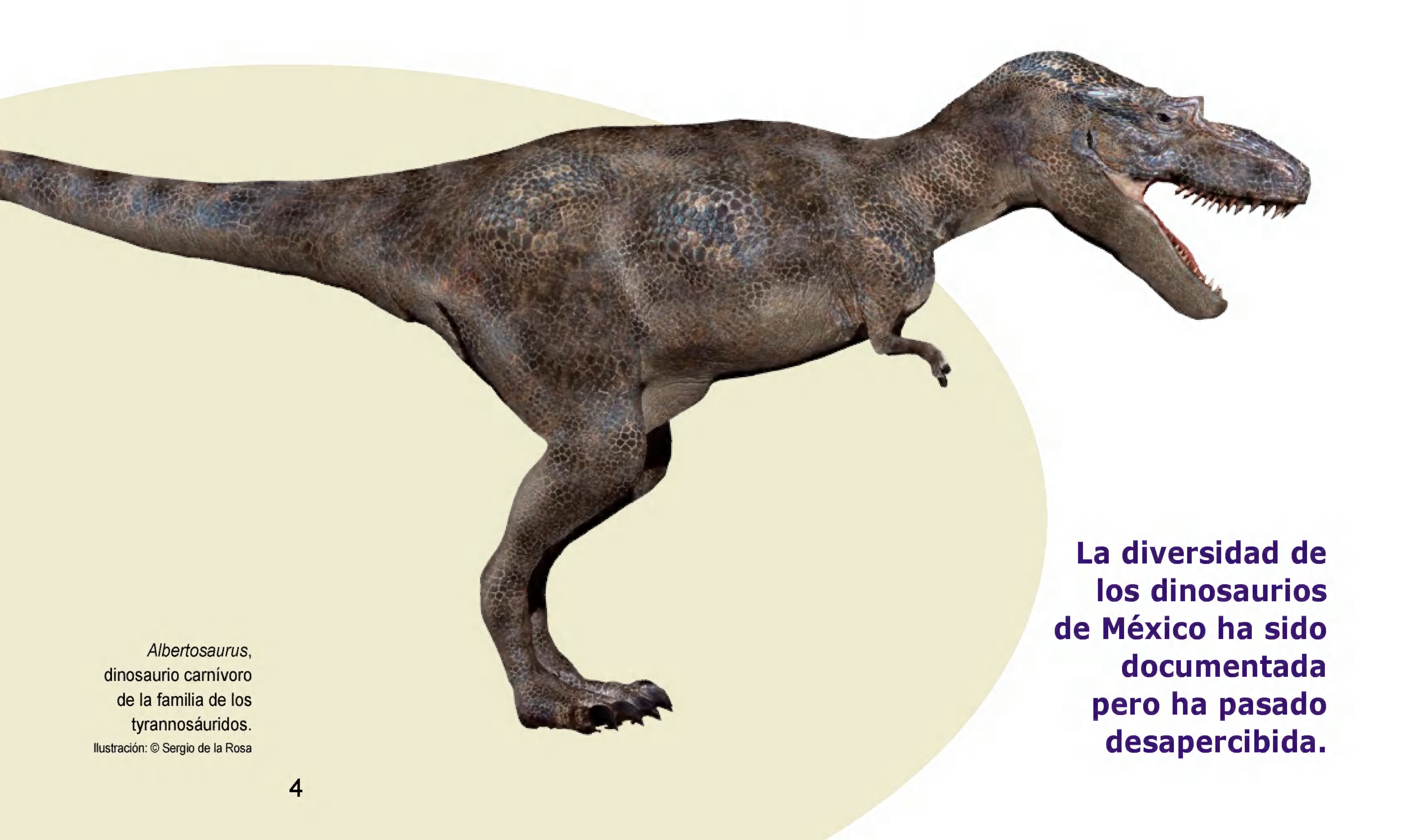
El estudio de la evidencia fósil reveló que se trata de un nuevo género de nodosaurio, el cual, por sus características, era un juvenil que llegó a medir 3.5 metros de largo y con un peso de poco más de media tonelada. Sus restos fueron extraídos de suelos que fueron lechos marinos, debido a que los ríos primitivos acarrearon el cadáver de este dinosaurio hasta el mar. Es el único de su especie encontrado en el mundo y se suma a los 1 559 géneros conocidos de dinosaurios hasta finales de abril de 2019 y a los pocos dinosaurios 100% mexicanos que existen hasta el momento.

En 2018 se dio a conocer la presencia de un diente y una vértebra descubiertos en Coahuila; por sus características fueron identificadas como evidencia de un dinosaurio de la familia Parksosauridae. El descubrimiento gana relevancia, debido a que es el primer reporte de esta familia en México. Dichos fósiles tienen una antigüedad de 72 millones de años.[11] No es la primera vez que se determina la presencia de una familia por un diente; ya en 2014 se supo de la presencia de la familia Pachycephalosauridae por un diente encontrado en la región norte de Coahuila, muy probablemente perteneciente a un dinosaurio del tamaño de *Stegoceras*.[4]

Además de los fósiles de dinosaurios encontrados y descritos se han hecho interesantes hallazgos de huellas de estos organismos en México. En Michoacán se encontraron las primeras huellas de dromeosáuridos en el mundo.[12] Estos animales también son conocidos como "raptores". En este mismo estado fueron halladas huellas de tiranosáuridos, donde además se encontraron pisadas de ornitomímidos, dinosaurios parecidos a las avestruces.

Los dinosaurios más grandes encontrados en México son del grupo de los saurópodos o dinosaurios de cuello largo. La evidencia más antigua son algunas huellas provenientes de Oaxaca. En Puebla se encuentra la única localidad con huellas de estos dinosaurios del Cretácico Inferior, es decir, tienen una antigüedad de 120 millones de años.[13, 14]

La diversidad de los dinosaurios de México ha sido documentada pero ha pasado desapercibida. Al continuar con la investigación paleontológica en el estado, es muy probable que en un futuro no muy lejano sea confirmado que la diversidad de estos organismos era mayor.



Albertosaurus, dinosaurio carnívoro de la familia de los tyrannosáuridos.
Ilustración: © Sergio de la Rosa

La diversidad de los dinosaurios de México ha sido documentada pero ha pasado desapercibida.



Acantholipan gonzalezi. Nodosaurio que vivió en las costas del noroeste de Coahuila hace 85 millones de años.
Reconstrucción paleoartística: © Sergio de la Rosa.

Bibliografía

1 Cohen, K. M., S .C. Finney, P. L. Gibbard y J. X. Fan. 2013 (actualizado). The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36: 199-204.

2 Haarmann, E. 1913. Geologische Streifzüge in Coahuila. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft Monatsberichte* 1: 1-65.

3 Janensch, W. 1926. Dinosaurier Reste aus Mexiko: Centralblatt für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie, Abteilung B, *Geologie und Paläontologie* 6: 192-197.

4 Rivera Sylva, H. E., y K. Carpenter. 2014. Ornithischian dinosaurs from Mexico. En: H. E. Rivera Sylva, K. Carpenter y E. Frey (eds.). *Dinosaurs and other reptiles from the Mesozoic of Mexico*. Bloomington: Indiana University Press, pp. 156-180.

Stegoceras, pertenece a los dinosaurios pachycephalosáuridos conocidos en México sólo por un diente.
Ilustración: © Sergio de la Rosa

[5] Clark, J. M., M. Montellano, J. A. Hopson, R. Hernandez y D. E. Fastovsky. 1994. An Early or Middle Jurassic tetrapod assemblage from the La Boca Formation, northeastern Mexico. En: N. C. Fraser y H. D. Sues (eds.). *In the Shadow of the Dinosaurs, Early Mesozoic Tetrapods*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 295-302.

[6] Gates, T. A., S. D. Sampson, C. R. Delgado de Jesús, L. E. Zanno, D. Eberth, R. E. Hernández-Rivera, M. C. Aguillón Martínez y J. I. Kirkland. 2007. *Velafrons coahuilensis*, a new Lambeosaurine hadrosaurid (Dinosauria: Ornithopoda) from the Late Campanian Cerro del Pueblo Formation, Coahuila, Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology* 27(4): 917-930.

[7] Loewen, M., S. D. Sampson, E. K. Lund, A. Farke, M. C. Aguillón, C. A. de León, R. A. Rodríguez de la Rosa, M. A. Getty y D. Eberth. 2010. Horned dinosaurs (Ornithischia: Ceratopsidae) from the Upper Cretaceous (Campanian) Cerro del Pueblo Formation, Coahuila, México. En: M. J. Ryan, B. J. Chinnery-Allgeier y D. A. Eberth (eds.), *New Perspectives on Horned Dinosaurs*. Bloomington: Indiana University Press, pp. 99-116.

[8] Rivera-Sylva, H. E., E. Frey, A. S. Schulp, C. Meyer, B. Thuring, W. Stinnesbeck y V. A. A. Vanhecke. 2017. Late Campanian theropod trackways from Porvenir de Jalpa, Coahuila, Mexico. *Palaeovertebrata* 41(2)-e1. doi: 10.18563/pv.41.2.e1

[9] Rivera-Sylva, H. E., E. Frey, W. Stinnesbeck, G. Carbot-Chanona, I. E. Sánchez-Uribe y J. R. Guzmán-Gutiérrez. 2018. Paleodiversity of Late Cretaceous Ankylosauria from Mexico and their phylogenetic significance. *Swiss Journal of Palaeontology* 137: 83-93. doi.org/10.1007/s13358-018-0153-1.

[10] Rivera-Sylva, H. E., E. Frey, W. Stinnesbeck, N. Amezcua-Torres y D. Flores-Huerta. 2018. First occurrence of *Parksosauridae* in Mexico from the Cerro del Pueblo Formation (Late Cretaceous; Late Campanian) at Las Águilas, Coahuila. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 70(3): 779-785.

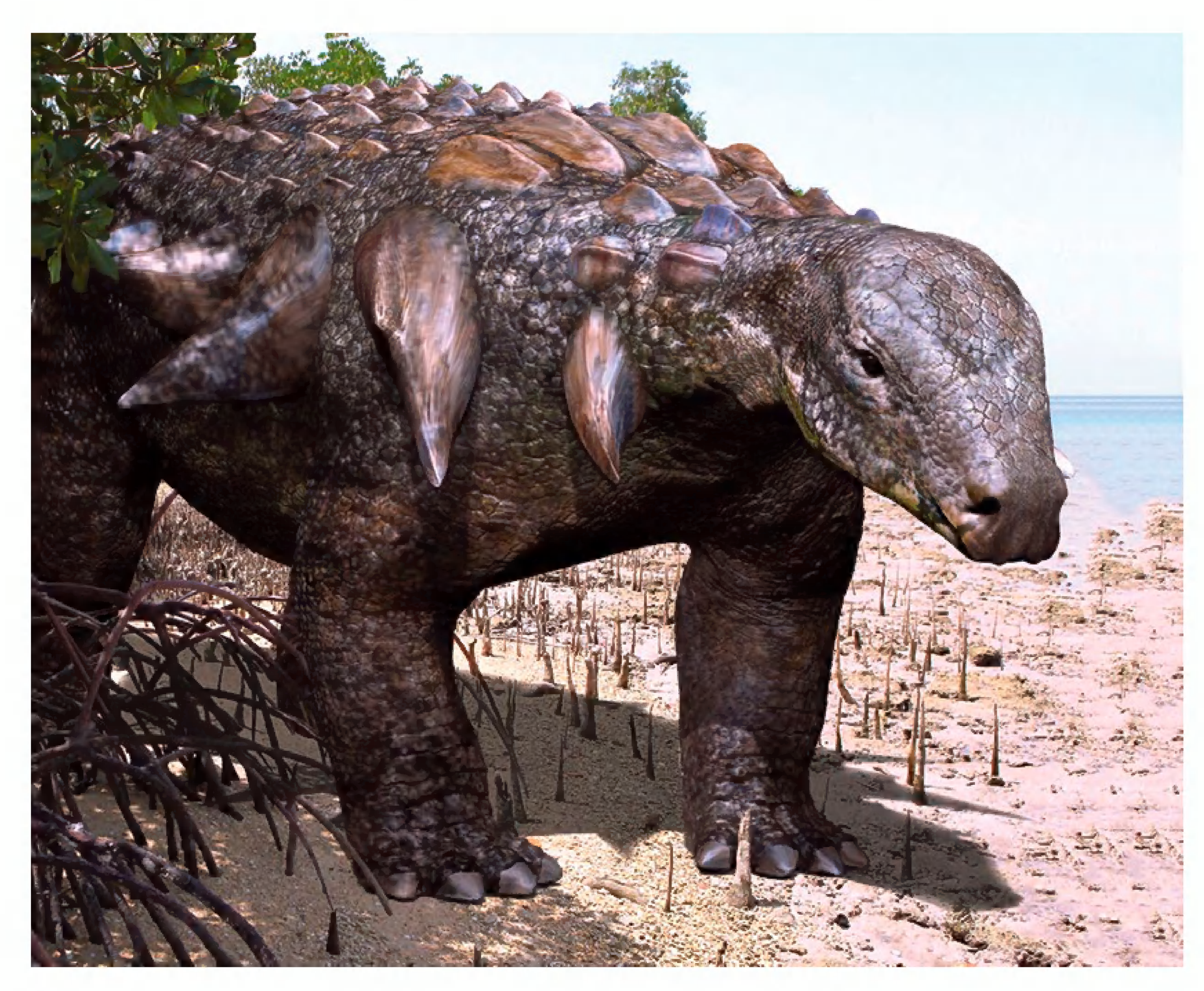
[11] Ortiz Mendieta, *et al*. 2000. Primer hallazgo de huellas de dinosaurio en Michoacán suroccidental: Reporte preliminar. VII Congreso Nacional de Paleontología y I Simposio Geológico en el Noreste de México, *Libro de resúmenes*, pp. 109-110.

[12] Ferrusquía Villafranca, I., E. Jiménez-Hidalgo y V. M. Bravo-Cuevas. 1996, Footprints of small sauropods from the Middle Jurassic of Oaxaca, southeastern México. En: M. Morales (ed.). *The Continental Jurassic: Museum of Northern Arizona Bulletin*. Flagstaff: Arizona, pp. 119-126.

[13] Rodríguez de la Rosa, R. A., V. M. Bravo-Cuevas, E. Carrillo-Montiel y A. Ortiz-Ubilla. 2012. Lower Cretaceous dinosaur tracks from Puebla, Mexico. *Journal of Geological Research*, 1-7.

[1] Jefe de Paleontología, Museo del Desierto, Saltillo, Coahuila; hrivera@museodeldesierto.org

[2] Divulgación Científica y Proyectos, Museo del Desierto, Saltillo, Coahuila; derasg@hotmail.com



Edmontonia es otro tipo de nodosaurio descubierto en México.
Ilustración: © Sergio de la Rosa

OSITOS DE AGUA:

generalidades, origen, evolución y su estado de conocimiento en México

WILBERT ANDRÉS PÉREZ PECH[1], ROBERTO GUIDETTI[2], ABRIL ANGUAS ESCALANTE[1] Y LEOPOLDO QUERUBIN CUTZ POOL[3]



Representación en 3D de un tardígrado en su ambiente natural. En la región frontal del organismo se observa una apertura terminal que corresponde al tipo de boca en eutardígrados.
Ilustración: Shutterstock

La primera vez que se observó un tardígrado fue en el año 1773. Johann August Ephraim Goeze, zoólogo, entomólogo y naturalista alemán, notó bajo el microscopio un pequeño animal que se caracterizaba por poseer garras en todas sus patas. En alusión a esta notable morfología procedió a nombrarlo *Kleiner Wasser Bär* (pequeño osito de agua). A partir de ese momento, estos animalitos empezaron a conocerse en el ámbito científico como ositos de agua. Pero no fue sino hasta 1776 que el naturalista italiano Lazzaro Spallanzani introdujo el nombre *tardígrado*, pues cuando observó el peculiar movimiento de estos animales expresó con asombro:[1] "Pero tan pronto como se puso en la arena se movía con regularidad, haciendo progresos suaves, lento en su trayectoria. Que comparado con el rotífero parecía una tortuga pequeña arrastrándose hacia delante. De modo que cuando llegué a distinguirlo por algún nombre, me pareció adecuado llamarlo tardígrado".

Generalidad de los ositos de agua

De manera casi general, los tardígrados miden de 50 µm a 1 200 µm. Pocas veces superan las 1 000 µm, es decir, un milímetro. Pero en algunas ocasiones esta regla se rompe, pues en 2008 Guil documentó un ejemplar de 2 milímetros de longitud.[2] El cuerpo de los ositos de agua se divide en cinco segmentos: el primero corresponde a la cabeza y los cuatro restantes al tronco; cada uno contiene un par de patas, las cuales usualmente terminan en garras.[3] A pesar de su reducido tamaño, estos animales presentan sistemas y órganos bien diferenciados (muscular, digestivo y reproductor) y un cerebro muy grande en proporción a su pequeño tamaño.[4]

Debido a que los ositos de agua son capaces de habitar en ambientes extremos se han ganado el título de los "animales más resistentes del mundo".

Debido a que los ositos de agua son capaces de habitar en ambientes extremos se han ganado el título de los "animales más resistentes del mundo".[5] Esto pequeños seres son los primeros en sobrevivir en el espacio exterior sin ningún tipo de protección:[6] en 2007, individuos de las especies *Richtersius coronifer* y *Milnesium tardigradum* fueron puestos en órbita por la Agencia Espacial Europea, como parte de los trabajos del proyecto TARDIS. El proyecto se centró en conocer el efecto del espacio exterior en ellos. Debido a que a su regreso a la Tierra los ositos no presentaron daño alguno, los tardígrados saltaron a la fama. Han aparecido en la actual serie televisiva *Cosmos*, conducida por el astrofísico Neil deGrasse Tyson, y han sido motivo de una nota periodística en el portal web de la BBC. En ambos medios se aluden temas de su increíble capacidad de supervivencia.

A pesar del reciente interés que los medios de comunicación han puesto sobre estos organismos es importante resaltar que en el ámbito científico el conocimiento sobre los ositos de agua aún es limitado. Sin embargo, aunque a paso lento, la ciencia ha logrado develar interesantes características sobre ellos.

Los ositos de agua también se han catalogado como verdaderos cosmopolitas, pues se encuentran distribuidos desde regiones de clima tropical hasta ambientes polares. Pueden vivir en musgo, suelo, hojarasca, ríos, lagos, la costa y el mar profundo sin ningún problema, pues si su ambiente es perturbado ellos pueden suspender su alimentación, metabolismo y reproducción, entrando en distintos estados de adormecimiento o inactividad. Las formas en las que ellos pueden entrar en periodos de vida suspendida se clasifican en dos tipos: diapausa (suspensión de crecimiento y desarrollo, con reducción de la actividad metabólica) y criptobiosis (suspensión completa de las actividades metabólicas).[7] La diapausa consta de dos variantes: enquistamiento y ciclomorfosis. La criptobiosis presenta cuatro tipos, dependiendo del factor que la activa: anhidrobiosis debido a la desecación, osmobiosis por las altas concentraciones de solutos, anoxibiosis por la falta de oxígeno y criobiosis por congelación.

Representación en 3D de un tardígrado, en posición ventral. Se observa una boca terminal, característica de eutardígrados y garras separadas alusivas a la configuración de garras en heterotardígrados.
Ilustración: Shutterstock

Origen y evolución

En el registro fósil, los ositos de agua han sido recolectados en ámbar del Cretácico en Nueva Jersey (Estados Unidos de América).[3] Las especies documentadas fueron *Beorn leggi* Cooper, 1964, y *Milnesium* sp. (del Cretácico superior). También existen registros de huevos de *Macrobiotus* sp. en sedimento del Cuaternario. Los tardígrados probablemente más antiguos se encontraron en muestras



Representación en 3D de un tardígrado en posición lateral. La cutícula es desnuda y sin ornamentación, característica común en eutardígrados.
Ilustración: Shutterstock

del Cámbrico medio,[8] y difirieron de los ositos de agua actuales por poseer únicamente tres pares de patas. Su morfología sugiere que fueron habitantes del fondo marino.

Además de la evidencia fósil, en las últimas décadas se han invertido esfuerzos por conocer la historia evolutiva de los tardígrados, esto a través de herramientas moleculares, estudios morfológicos y ecológicos. Los datos más recientes han permitido saber que el antecesor de los tardígrados es el mismo que originó a los artrópodos (insectos, arañas, ácaros, crustáceos entre otros) y onicóforos (un tipo de gusano primitivo): a través de diferentes modificaciones en su plan corporal.[9] Por lo tanto, en la actualidad los tres grupos se consideran emparentados como taxones hermanos, conformando así el grupo de los panartrópodos (Arthropoda + Tardigrada + Onychophora). Estudios recientes apuntan a considerar que los tardígrados también están emparentados con el grupo de los nemátodos, nematomorfos, priapúlidos, kinorrincos y loricíferos (grupo denominado Cycloneuralia),[10] esta aseveración aún es discutida. Si se comprueba en su totalidad, se establecería de manera formal el clado Ecdysozoa (Panarthropoda + Cycloneuralia).

Los tardígrados se agrupan en dos clases: Heterotardigrada y Eutardigrada.[11] Los heterotardígrados son el grupo más antiguo, actualmente habitan en el mar y presentan las características más primitivas entre los tardígrados.[12] Por lo cual, se ha considerado que los primeros tardígrados aparecieron en este ambiente. Probablemente el tipo de organismo que dio origen a los actuales tardígrados fue uno mucho más grande. A lo largo del tiempo tuvo que reducir su tamaño hasta alcanzar la talla que hoy en día presentan los ositos de agua. Como consecuencia de la reducción de talla, el antecesor de los tardígrados perdió algunos segmentos de su cuerpo.[13] De acuerdo con las investigaciones más recientes entre los genes Hox (genes que se relacionan la configuración corporal de los seres vivos) de tardígrados, miriápodos, insectos y anélidos, se determinó que los segmentos desechados por el antecesor correspondían a parte del abdomen y estómago.

Después de establecerse en el ambiente marino, los tardígrados empezaron a moverse hacia ambientes terrestres, hasta lograr conquistar la gran mayoría de éstos. Los pequeños ositos de agua fueron capaces de lograr esta hazaña desarrollando un mecanismo efectivo para garantizar su éxito evolutivo. Es cuando aparece la criptobiosis. Se ha considerado que esta habilidad les permite afrontar con facilidad la presión de selección. El precio de aventurarse a nuevos ambientes generó cambios morfológicos y genéticos en estos organismos, permitiendo la aparición de nuevas especies, las cuales dieron origen a la clase Eutardigrada. Después de conquistar la mayoría de los ecosistemas terrestres, los tardígrados saltaron a conquistar los ambientes dulceacuícolas. En la actualidad, un alto número de especies terrestres han sido descritas con respecto a las especies marinas.[14]

El estudio de tardígrados en México

A nivel mundial se conocen 1 265 de especies de ositos de agua. Una estimación global de especies reciente indica que los tardígrados son probablemente un grupo pobre en especies y también muy poco estudiado, debido a que es reducido el número de investigadores que se dedican a estudiarlos alrededor del mundo.[15]

En México se cuentan con reportes de tardígrados desde 1911. De ese año a la fecha sólo 16 trabajos se han publicado en revistas de investigación,[14, 16, 17, 18, 21, 22, 23] lo cual revela el poco interés que estos organismos han recibido por parte de la comunidad científica del país. Entre las principales razones que han motivado este hecho se encuentran que estos animales presentan

Listado de especies de tardígrados de México

Adropion
- *A. carolae*

Astatumen
- *A. trinacriae*

Cornechiniscus
- *C. lobatus*

Dactylobiotus
- *D. parthenogeneticus*

Diaforobiotus
- *D. islandicus*

Dianea sattleri
- *D. sattleri*

Diphascon (Dhiphascon)
- *D. chilenense*
- *D. nodulosum*

Doryphoribius
- *D. chetumalensis*
- *D. evelinae*
- *D. dawkinsi*
- *D. flavus*
- *D. gibber*
- *D. mexicanus*
- *D. quadrituberculatus*

Echiniscus
- *E. kerguelensis*
- *E. manuelae*
- *E. siegristi*
- *E. tamus*

Haplomacrobiotus
- *H. hermosillensis*

Hypsibius
- *H. convergens*
- *H. pallidus*

Isohypsibius
- *I. sculptus*

Itaquascon
- *I. umbellinae*

Kristenseniscus
- *K. kofordi*

Macrobiotus
- *M. alvaroi*
- *M. ascensionis*
- *M. anemone*
- *M. cf. acadianus*
- *M. echinogenitus*
- *M. furcatus*
- *M. hufelandi*
- *M. kazmierskii*
- *M. persimilis*
- *M. rubens*
- *M. terminalis*

Mesobiotus
- *M. contii*
- *M. coronatus*
- *M. harmsworthi*
- *M. ocotensis*

Milnesium
- *M. barbadosense*
- *M. cassandrae*
- *M. tardigradum*

Minibiotus
- *M. continuus*
- *M. intermedius*

Paramacrobiotus
- *P. areolatus*
- *P. richtersi*

Pilatobius
- *P. nodulosus*

Pseudechiniscus
- *P. facettalis*
- *P. gullii*
- *P. juanitae*
- *P. suillus*

Ramazzottius
- *R. baumanni*
- *R. oberhaeuse*

Viridiscus
- *V. viridis*
- *V. viridissimus*

Especies Marinas

Archechiniscus
- *A. bahamanensis*

Dipodarctus
- *D. cf. subterraneus*

Coronarctus
- *C. mexicus*
- *C. sp1*

Halechiniscus
- *H. cf. perfectus*

Styraconyx
- *S. robertoi*

Wingstrandarctus
- *W. corallinus*

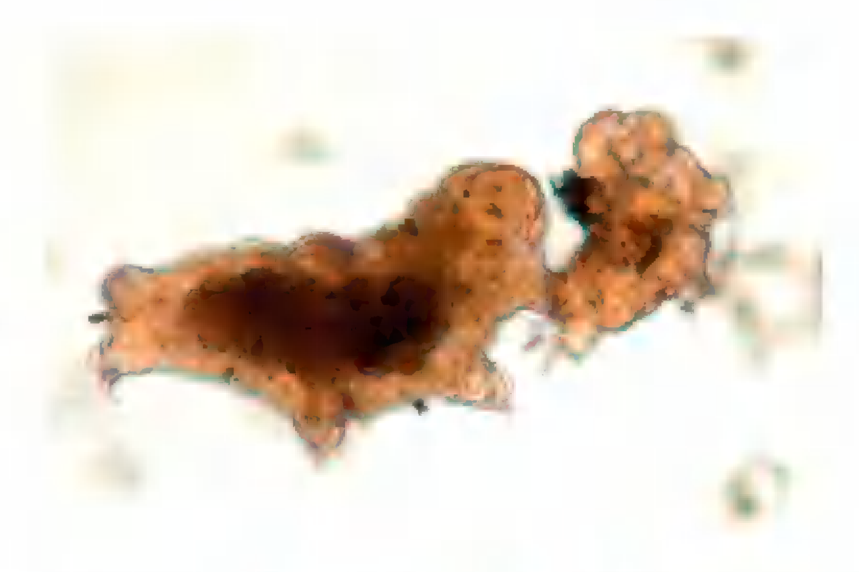
En rojo las especies endémicas; en verde especies dudosas en su identificación taxonómica; en negro especies confirmadas[19, 20]

un tamaño reducido y son difíciles de observar, aun cuando son muy comunes. Actualmente México cuenta con el registro de 71 taxones (63 a nivel de especie, ver lista de especies) para 13 estados, 17 de ellas aún son dudosas, por algunas inconsistencias en su identificación.[19] Cincuenta y cinco especies son terrestres, una es dulceacuícola y 15 taxones son de hábitos marinos (sólo 5 de éstas se han logrado identificar al nivel mas fino posible y *C. sp1* es una especie in-descrita). El 18% de las especies documentadas en el país son consideradas endémicas. Nueve de estas especies se distribuyen sólo en México y en América Central.[19]

Además de lo anterior, también es importante hacer notar que actualmente ha nacido un mayor interés por estudiar el grupo en algunos estados de la República Mexicana. En el estado de Quintana Roo, Pérez-Pech y colaboradores[17] han invertido esfuerzos por conocer la riqueza genérica de algunos microecosistemas del estado. El resultado de sus investigaciones ha permitido obtener los primeros registros genéricos en ambientes urbanos de la ciudad de Chetumal. Resultado de estos trabajos es la descripción de una nueva especie para la ciencia a la cual denominaron *Doryphoribius chetumalensis*, en referencia a la localidad en la cual fue recolectada, que se encuentra dentro la zona urbana de la ciudad de Chetumal. El ambiente muestreado fue suelo que se acumula sobre la calle de asfalto.[20] Por otra parte, también se han enfocado en generar los primeros registros genéricos para el estado de Hidalgo. Respecto a estudios sobre especies marinas, Pérez-Pech y colaboradores también se han enfocado en documentar tardígrados para costas del Caribe mexicano y el mar profundo del Golfo de México, donde han identificado 15 taxa; seis a nivel de género (*Echiniscoides, Anisonyches, Batillipes Dipodarctus, Megastygarctides, Paratanarctus, Coronarctus*), dos conferidas a especie y tres especies confirmadas (ver lista de especies); también describieron el primer tardígrado marino para México, al cual nombraron *Styraconyx robertoi*, en honor al Dr. Roberto Guidetti por su amplia contribución al conocimiento de los tardígrados. Por otra parte, una segunda nueva especie del género *Florarctus*, será publicada en julio del presente año. Es importante resaltar que la mayoría de los géneros documentados por Pérez-Pech y colaboradores podrían ser nuevas especies y dos taxones más serían nuevos géneros y subfamilias.

En la región norte del país, Moreno-Talamantes y colaboradores[18] se encuentran trabajando en la diversidad de especies de la región. En 2015 proporcionaron el primer registro para el país de *Dactylobiotus parthenogeneticus* y en el año 2019 describieron la especie *Milnesium cassandrae*.

Considerando la gran diversidad de ambientes presentes en el país, es preciso impulsar más estudios que nos aproximen a conocer la verdadera diversidad de tardígrados que existen en México.



Dos individuos de la especie *Doryphoribius chetumalensis* que habitan en los suelos de calles de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Foto tomada al microscopio óptico.
Foto: © Wilbert Andrés Pérez-Pech



Individuo del género *Echiniscus* que habita en los suelos de calles en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Foto tomada al microscopio óptico.
Foto: © Wilbert Andrés Pérez-Pech

Bibliografía

[1] Ramazzotti, G. y W. Mucci. 1983. Il Phylum Tardigrada: En *Memorie del l'Istituto di Idrobiologia Dott. Marco de Marchi*, vol. 41. Verbania Pallanza: Istituto Italiano di Idrobiologia.

[2] N. Guil. 2008. New records and within-species variability of Iberian tardigrades (Tardigrada), with comments on the species from the Echiniscus blumi-canadensis series. *Zootaxa* 30(1757): 1-30.

[3] Nelson, D. R., R. Guidetti y L. Rebecchi, 2010. Tardigrada. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, J. H. Thorp y P. A. Covich (eds.). Ámsterdam: Academic Press, pp. 455-484.

[4] Miller, W. R. 1997. Tardigrades: Bears of the Moss. *Kansas Sch. Nat.* 43(3): 1-15.

[5] BBC. 2014. El animal "más resistente de la Tierra" se prueba en el espacio [online]. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/05/110517_tardigrado_animal_resistente_espacio_endeavour_lh.shtml. [Consultado: 5 de abril de 2017.]

[6] Jönsson, K. I., E. Rabbow, R. O. Schill, M. Harms-Ringdahl y P. Rettberg. 2008. Tardigrades survive exposure to space in low Earth orbit. *Curr. Biol.* 18(17): 729-731.

[7] Guidetti, R., T. Altiero y L. Rebecchi. 2011. On dormancy strategies in tardigrades. *J. Insect Physiol.* 57(5): 567-576.

[8] Müller, K. J., D. Walossek, y A. Zakharov. 1995. Orsten' type phosphatized soft-integument preservation and new record from Middle Cambrian Kuonamka Formation in Siberia. *Neues Jahrb. für Geol. und Paläontologie* 197(1): 101-118.

[9] Rota-Stabelli, O., *et al.* 2010. Ecdysozoan mitogenomics: Evidence for a common origin of the legged invertebrates, the Panarthropoda. *Genome Biol. Evol.* 2(1): 425-440.

[10] Telford, M. J., S. J. Bourlat, A. Economou, D. Papillon y O. Rota-Stabelli. 2009. The origins and evolution of the Ecdysozoa. *Anim. Evol. Genomes, Foss. & Trees* 1(363): 1529-1537.

[11] Degma, P., R. Bertolani y R. Guidetti. 2009. Actual checklist of Tardigrada species [online]. http://www.tardigrada.modena.unimo.it/miscellanea/Actual checklist of Tardigrada.pdf. [Consultado: 5 de abril de 2017.]

[12] Nelson, D. R. 2002. Current status of the Tardigrada: evolution and ecology. *Integr. Comp. Biol.* 42(3): 652-659.

[13] Smith, F. W., T. C. Boothby, I. Giovannini, L. Rebecchi, E. L. Jockusch y B. Goldstein. 2016. The Compact Body Plan of Tardigrades Evolved by the Loss of a Large Body Region. *Curr. Biol.* 26(2): 224-229.

[14] Kaczmarek, L., P. J. Bartels, M. Roszkowska y D. R. Nelson. 2015. The zoogeography of marine tardigrade. *Zootaxa* 4037(1): 1-189.

[15] Bartels, P. J., J. J. Apodaca, C. Mora y D. R. Nelson. 2016. A global biodiversity estimate of a poorly known taxon: phylum Tardigrada. *Zool. J. Linn. Soc.* 178(4): 730-736.

[16] Kaczmarek, Ł., D. Diduszko y Michalczyk Łukasz. 2011. New records of Mexican Tardigrada. *Rev. Mex. Biodiversidad* 1(82): 1324-1327.

[17] Pérez-Pech, W. A., L. Q. Cutz-Pool, R. Guidetti y A. Blanco-Piñón. 2016. Primer registro genérico de tardígrados, habitantes del área urbana de Chetumal, Quintana Roo, México. *Entomol. Mex*. 3: 912-918.

[18] Moreno-Talamantes, A., M. Roszkowska, P. R. Guayamin, J. J. F. Maldonado y L. Kaczmarek. 2015. First Record of Dactylobiotus Parthenogeneticus Bertolani, 1982 (Eutardigrada:Murraudae) in Mexico. *Check List* 11(4): 10-14.

[19] Kaczmarek, Ł., Ł. Michalczyk y M. Sandra J. 2014. Annotated zoogeography of non-marine Tardigrada. Part I: Central America. *Zootaxa* 3763(1): 1-62.

[20] Pérez-Pech, W. A., A. Anguas-Escalante, L. Q. Cutz-Pool y R. Guidetti. 2017. Doryphoribius chetumalensis sp. Nov. (Eutardigrada: Isohypsibiidae) a new tardigrade species discovered in an unusual habitat of urban areas of Mexico. *Zootaxa* 4344(2): 345-356.

[21] Moreno-Talamantes, A. y G. A. León-Espinosa. 2019. Nuevo registro de *Diaforobiotus islandicus* (Richters, 1904) (Eutardigrada: Richtersiidae) para México. *Áridociencia* 6 (1): 5-12

[22] Moreno-Talamantes, A., M. Roszkowska, M. A. García-Aranda, J. J. Flores-Maldonado y Ł. Kaczmarek. 2019. Current knowledge on Mexican tardigrades with a description of *Milnesium cassandrae* sp. nov. (Eutardigrada: Milnesiidae) and discussion on the taxonomic value of dorsal pseudoplates in the genus *Milnesium doyère*, 1840. *Zootaxa* 4691(5): 501-524.

[23] Pérez-Pech, W. A., A. de Jesús-Navarrate, E. Demilio, A. Anguas-Escalante y J. G. Hansen. 2020. Marine Tardigrada from the Mexican Caribbean with the description of *Styraconyx robertoi* sp. nov. (Arthrotardigrada: Styraconyxidae). *Zootaxa* 4731(4): 492-508.

[1] El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Laboratorio de Pesquerías, Chetumal, Quintana Roo, México; pilon_45@hotmail.com

[2] University of Modena and Reggio Emilia, Módena, Italia; roberto.guidetti@unimore.it

[3] Instituto Tecnológico de Chetumal. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Chetumal, Quintana Roo, México; cutzpool@yahoo.com

Los parientes pobres de la agricultura:

LAS CALABAZAS SILVESTRES

riqueza para nuestro futuro

XITLALI AGUIRRE DUGUA[1],
GUILLERMO SÁNCHEZ DE LA VEGA[2],
ERIKA AGUIRRE[2], LUIS E. EGUIARTE[2]
Y RAFAEL LIRA[1]



Cucurbita pedatifolia.
Foto: © Iván Montes de Oca/CONABIO

La diversidad biológica en nuestros campos

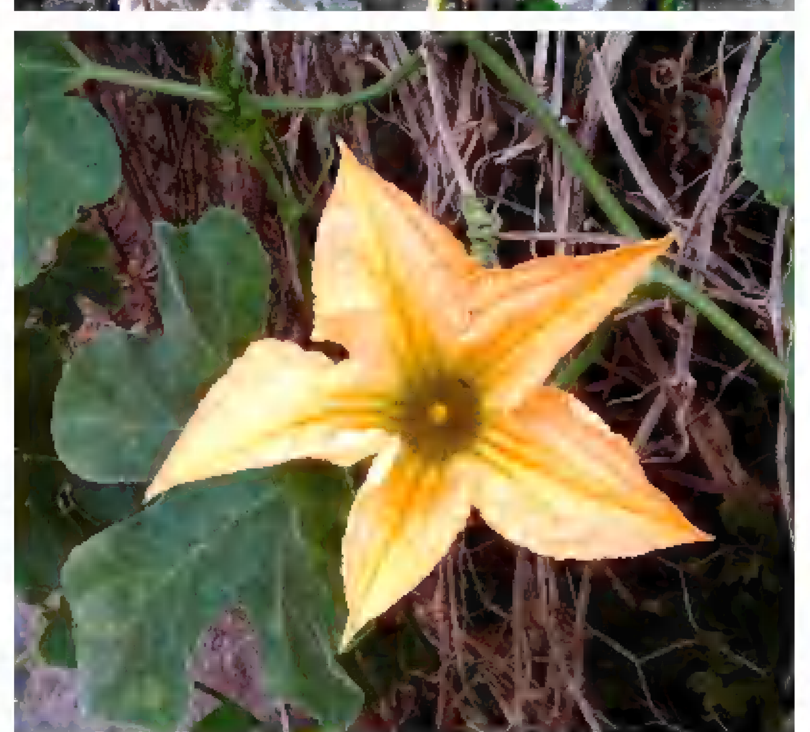
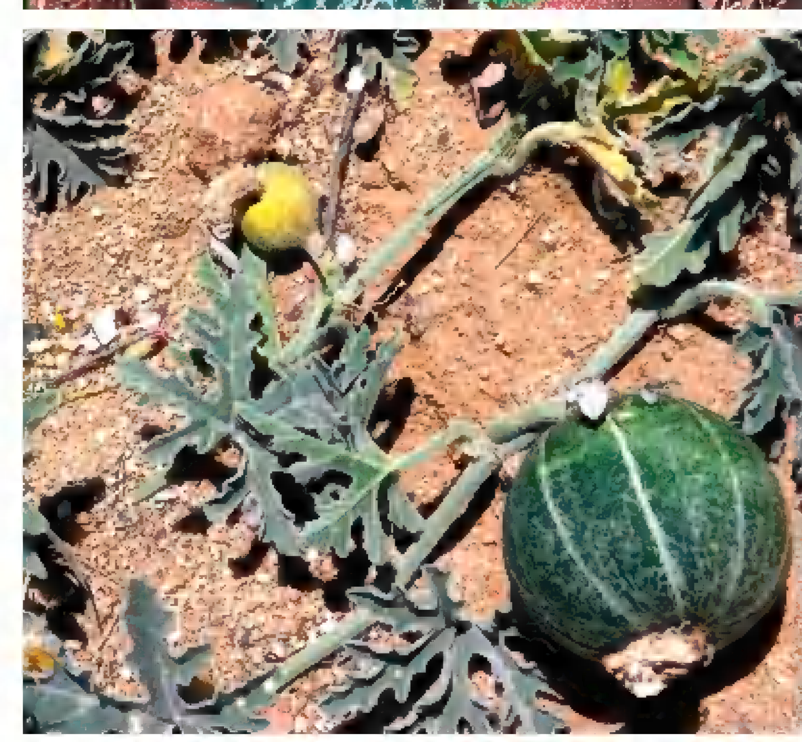
La vasta agrobiodiversidad de México, albergada en parcelas agrícolas y huertos familiares, es producto de las interacciones entre naturaleza y cultura, entre personas, plantas y ambientes. Sus raíces se encuentran en la riqueza botánica de nuestro territorio, así como en la presencia de numerosos pueblos originarios y mestizos, herederos de la tradición agrícola y gastronómica mesoamericana. La agrobiodiversidad tiene varios componentes biológicos, entre ellos los microorganismos del suelo, los polinizadores, las plantas domesticadas aprovechadas principalmente como alimento, así como los parientes silvestres de estas plantas domesticadas.

¿Qué es un pariente silvestre? Se trata de una especie o una variedad que, sin ser cultivada, se encuentra cercanamente emparentada con la variedad doméstica. Puede tratarse de la planta que dio origen a la variante domesticada (su ancestro). Y aunque no siempre ha sido posible identificar el ancestro de muchas plantas domesticadas, sí podemos reconocer las especies silvestres que están emparentadas en distinto grado con la especie doméstica y que son generalmente interfértiles con ella.

En las últimas décadas ha surgido un creciente interés por conocer y proteger a estos parientes, pues son recursos fitogenéticos estratégicos para mejorar los cultivos en términos de productividad, calidad nutricional, resistencia a enfermedades y adaptación al cambio climático. Actualmente la resistencia a enfermedades es el área donde más se ha aprovechado el material genético de los parientes silvestres, especialmente en girasol, trigo, papa, cacahuate y avena.[1] Desarrollar nuevas cruzas resulta también necesario para el frecuente recambio de cultivares que requiere la agricultura globalizada para mantener su productividad.

De hecho, este interés moderno reconoce una fuente de fitomejoramiento que los campesinos han sabido aprovechar desde los inicios de la agricultura. Las cruzas naturales entre plantas domésticas y silvestres permiten la incorporación de nuevo material genético en los cultivos y, cuando esto ocurre, los campesinos escogen las variantes más productivas, resistentes o sabrosas. Hay regiones donde los cultivos lograron establecerse y diversificarse gracias a que se cruzaron con parientes silvestres locales, que ya estaban adaptados al ambiente de



dicha región. Esto se ha documentado en los maíces y los frijoles de América, en el trigo, las manzanas y los olivos en Medio Oriente y Europa, y en el arroz y los cítricos en Asia, por ejemplo.

Desafortunadamente, la destrucción de los hábitats y el cambio de uso de suelo causados por el crecimiento demográfico, la industrialización y la expansión de la propia frontera agrícola han puesto en riesgo a los parientes silvestres. Por ello han surgido iniciativas para definir estrategias de protección *in situ*, en sus sitios de distribución natural, y *ex situ*, en bancos de germoplasma.

La conservación *in situ* de parientes silvestres representa un reto debido a que la mayoría no cuenta con alguna forma de protección y a que suelen crecer fuera de las áreas naturales protegidas. Y en el caso de estrategias *ex situ*, una revisión reciente sobre las accesiones (colectas de semillas por localidad) en bancos de germoplasma a nivel global calculó que 95% de las especies de parientes silvestres del mundo no se encuentra suficientemente representado en estos bancos, 30% no cuenta con ninguna accesión y otro 25% está representado por menos de diez accesiones.[2]

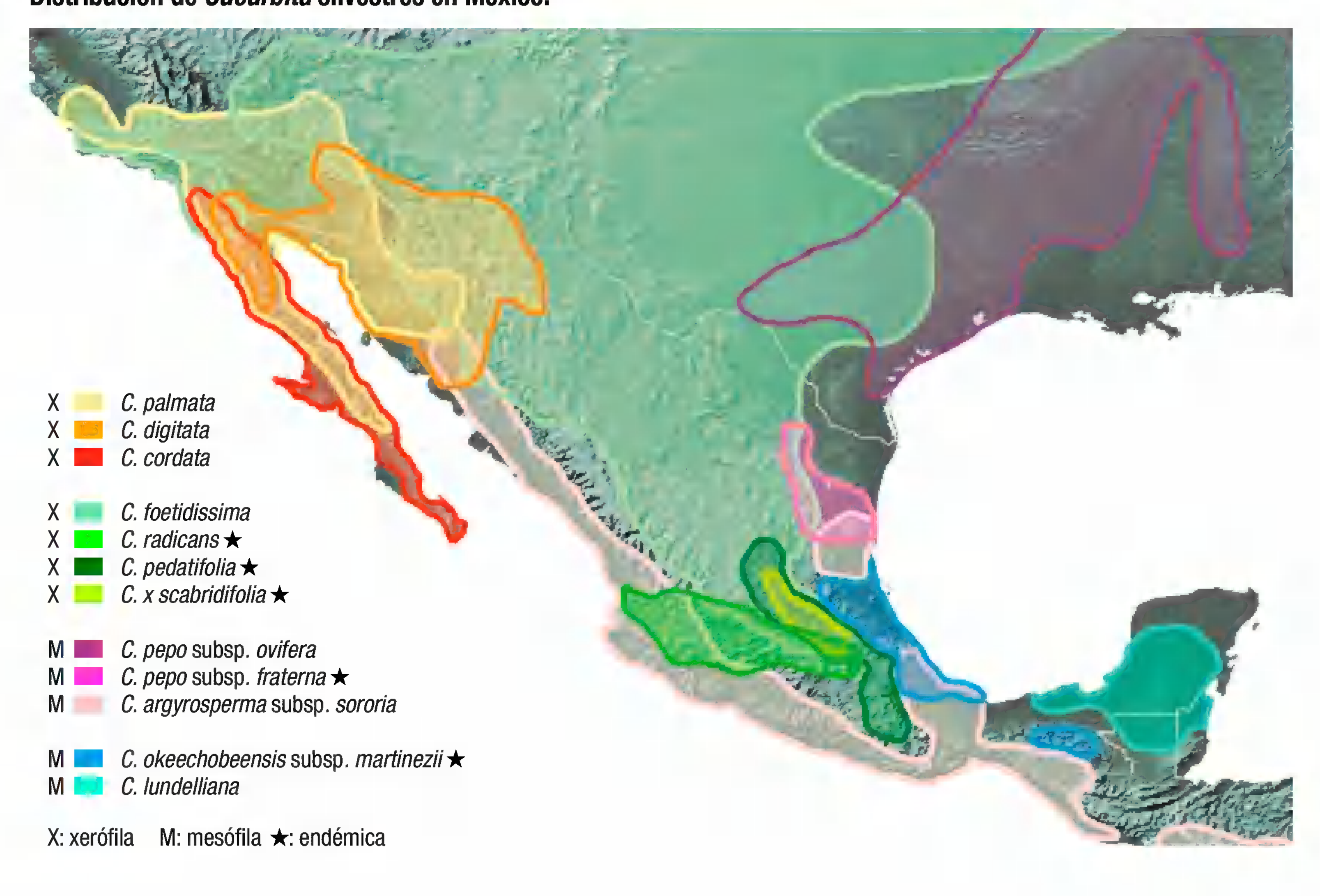
Calabacitas amargas: los parientes silvestres de *Cucurbita*

Entre las especies domesticadas en Mesoamérica están las calabazas, agrupadas en el género americano *Cucurbita* (familia Cucurbitaceae). Existen 20 taxa en el género *Cucurbita*, cinco domesticados (cuatro en México) y 15 silvestres (11 en nuestro país, cinco endémicos).[3]

Las calabacitas silvestres ("calabacilla", "calabaza de coyote") crecen en forma de guía (con tallos largos que no se sostienen por sí mismos, rastreras o semitrepadoras); tienen zarcillos (tallos delgados especializados para sujetarse), frutos globosos y flores amarillas muy fáciles de reconocer. Los frutos son verdes con ornamentaciones verticales verde claro a beige y no son comestibles para los seres humanos, pues tienen altos niveles de cucurbitacinas, que son muy amargas, pero sí son consumidos por coatíes, jabalíes, mapaches y tapires, y por el ganado. En áreas rurales los frutos tienen aplicaciones en medicina tradicional y se les solía utilizar como fuente de jabón por sus saponinas.[4]

Izquierda superior e inferior: *C. lundelliana* de zonas húmedas de Tabasco y Yucatán. Superior derecha: *C. pedatifolia*, presente en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Inferior derecha: *C. cordata* en suelos arenosos de Baja California.
Foto: © Guillermo Sánchez de la Vega y Gabriela Castellanos

Distribución de *Cucurbita* silvestres en México.



De acuerdo con sus distribuciones, las calabazas silvestres crecen en condiciones contrastantes de clima, altitud o tipo de suelo (véase figura anexa basada en 1 946 registros únicos de herbario del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad). Por ejemplo, las especies de Baja California pueden recibir de 60 a 600 mm de lluvia al año, mientras que *C. okeechobeensis* subsp. *martinezii* en el Golfo de México puede recibir de 800 a 2 500 mm de lluvia anual. Las calabazas de áreas semiáridas o áridas con raíces tuberosas perennes de almacenamiento ("camotitos") son denominadas *xerófilas*, mientras que las de hábitats más húmedos, anuales o perennes de vida corta con raíces fibrosas, se conocen como *mesófilas*.

Los taxa silvestres de *Cucurbita* se encuentran relacionados en distinto grado con sus contrapartes domesticadas. En este momento ya sabemos que *C. pepo* subsp. *fraterna* es el ancestro directo de *C. pepo* subsp. *pepo* (calabacita) y que *C. argyrosperma* subsp. *sororia* es el ancestro de *C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma* (calabaza pipiana). Por el contrario, aún no se sabe cuál es el origen del chilacayote *C. ficifolia* o el de la calabaza de Castilla *C. moschata*.

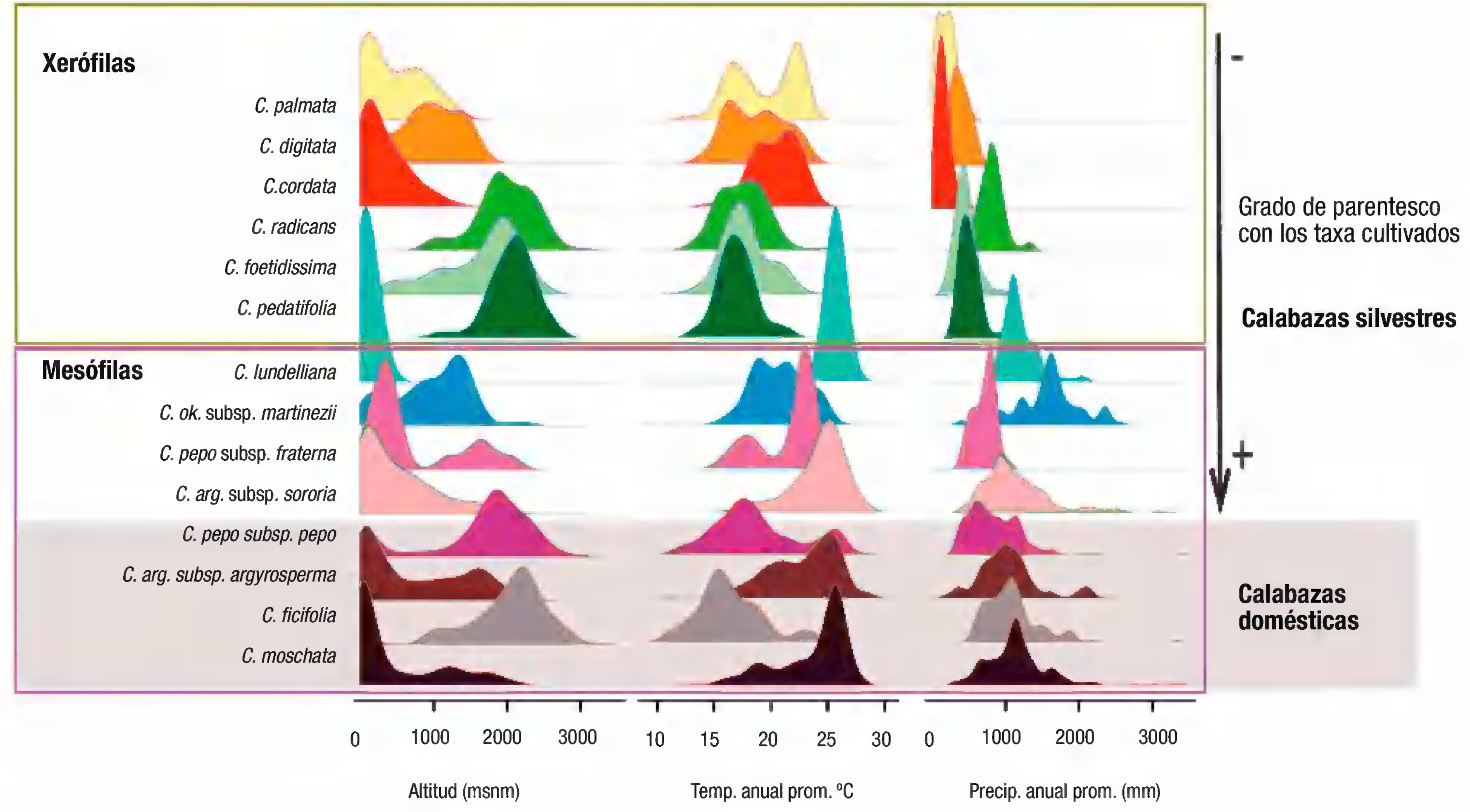
Estudios evolutivos han detectado que históricamente han ocurrido cruzas naturales entre poblaciones de *C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma* y su ancestro silvestre en áreas donde coexisten, como en Jalisco.[5] Las poblaciones cultivadas modernas de *C. pepo* subsp. *pepo* contienen, además de material de su ancestro directo *C. pepo* subsp. *fraterna*, variantes genéticas (alelos) provenientes de *C. pepo* subsp. *ovifera*.[6]

Este flujo génico es posible gracias a los insectos que las polinizan, particularmente abejas nativas del género *Peponapis* y *Xenoglossa* que sólo visitan las flores de *Cucurbita* en la madrugada, en cuanto abren. También son visitadas por abejas europeas *Apis mellifera* y abejorros de los géneros *Bombus* y *Xylocopa*.[4, 8]

Conservación de calabazas silvestres en México

La colecta, caracterización y protección de las calabacitas silvestres es urgente. El Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP) cuenta con un banco de germoplasma con muestras de calabazas cultivadas y algunas silvestres de nuestro país,


Principales condiciones ambientales en las que crecen los taxa de *Cucurbita* en México.



pero necesita incrementar sus colecciones y mejorar la infraestructura del banco.

Si bien sus áreas de distribución parecen amplias, son plantas que crecen en baja densidad, muy aisladas unas de otras, en zonas abiertas junto a caminos, áreas agrícolas en descanso o cerca de cursos de agua. Esto significa que crecen en lugares donde tienen suficiente espacio, pocos competidores, buena exposición al sol y más agua que otros lugares cercanos; por el contrario, son incapaces de desarrollarse en los bosques a la sombra de grandes árboles.

Debido a su hábitat, las calabacitas están constantemente expuestas a la perturbación humana. En nuestros recorridos en campo hemos enfrentado dificultades para encontrarlas en áreas donde se aplican herbicidas indiscriminadamente o con prácticas intensas de deshierbe. Se prevé también que en los próximos treinta años su distribución se reduzca por debajo de 40% de la actual debido al cambio climático. A *C. okeechobeensis* subsp. *martinezii* y *C. lundelliana* podría quedarles sólo 7 a 15% de su distribución actual.[7] La disminución de abejas nativas polinizadoras y mamíferos silvestres dispersores de semillas representa también una amenaza para su supervivencia en el largo plazo.

Hoy en día ninguna calabacita silvestre está protegida por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) considera a *C. radicans* como "en peligro", mientras que señala la falta de datos para conocer el estado de conservación de *C. pedatifolia*, *C. cordata*, *C. okeechobeensis* y *C. palmata*.

Las estrategias globales de protección de parientes silvestres han tendido en los últimos años a favorecer la conservación *in situ* en comparación con la *ex situ*, pues mantener las poblaciones naturales permite que siga ocurriendo el flujo génico entre variantes silvestres y domésticas, que es el proceso evolutivo básico que genera la diversidad que necesitamos en los cultivos.

México tiene el privilegio de contar con una agrobiodiversidad excepcional. Es también responsabilidad nuestra estudiar, utilizar y proteger los recursos genéticos de las especies domesticadas en lo que hoy es nuestro territorio, así como de conservar a sus parientes silvestres, menos visibles pero no menos valiosos.



Atrás: frutos de la especie domesticada *Cucurbita moschata*, ampliamente distribuida en la América tropical y cuyos orígenes aún se desconocen. Al frente, frutos de sus parientes silvestres mexicanos (de izquierda a derecha): *C. argyrosperma* subsp. *sororia*, *C. okeechobeensis* subsp. *martinezii*, *C. lundelliana*, *C. pedatifolia*, *C. x scabridifolia*, *C. foetidissima*, *C. radicans*, *C. cordata* y *C. digitata*.
Foto: © Xitlali Aguirre

Agradecimientos

Financiado por el proyecto CONABIO PE001 "Diversidad genética de las especies de *Cucurbita* en México. Fase II: Genómica evolutiva y de poblaciones, recursos genéticos y domesticación". La Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM otorgó una beca posdoctoral a X. Aguirre-Dugua.

Bibliografía

[1] Dempewolf, H., G. Baute, J. Anderson *et al*. 2017. Past and future use of wild relatives in crop breeding. *Crop Science* 57: 1070-1082.

[2] Castañeda-Alvarez, N., C. K. Khoury, H. A. Achicanoy *et al*. 2016. Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants* 2:16022.

[3] Eguiarte, L., H. Hernández-Rosales, J. Barrera-Redondo *et al*. 2018. Domesticación, diversidad y recursos genéticos y genómicos en México: el caso de las calabazas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 21(Supl. 2): 85-101.

[4] Lira R. 1995. *Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica*. Roma: Instituto de Biología de la UNAM/IPGRI.

[5] Sánchez-de la Vega, G., G. Castellanos-Morales, N. Gámez *et al*. 2018. Genetic resources in the "calabaza pipiana" squash (*Cucurbita argyrosperma*) in Mexico: genetic diversity, genetic differentiation and distribution models. *Frontiers in Plant Sciences* 9: 400.

[6] Castellanos-Morales, G., K. Y. Ruiz-Mondragón, H. Hernández-Rosales *et al*. 2019. Tracing back the origin of pumpkins (*Cucurbita pepo* ssp. *pepo* L.) in Mexico. *Proceedings of the Royal Society B* 286:20191440.

[7] Lira, R., O. Téllez, P. Dávila. 2009. The effects of climate change on the geographic distribution of Mexican wild relatives of domesticated Cucurbitaceae. *Genetic Resources and Crop Evolution* 56: 691-703.

[8] Delgado-Carrillo, O., *et al*. 2017. A scientific note on the first record of nesting sites of *Peponapis crassidentata* (Hymenoptera:Apidae). *Apidologie* 48: 644-647.

[1] Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México; xaguirre@cieco.unam.mx; rlira@unam.mx

[2] Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

PROYECTO

agrobiodiversidad mexicana

Juntos la hacemos y conservamos

México es centro de origen y diversificación de alrededor de **200 especies** de plantas de importancia para la agricultura.

La agrobiodiversidad mexicana es única en el mundo y para que siga existiendo, evolucionando y adaptándose a nuevas condiciones, es necesario conservar las variedades nativas, los parientes silvestres de estos cultivos y apoyar a los campesinos para que sigan manteniendo sus **agroecosistemas tradicionales**.

Para esto, es primordial construir y fortalecer mecanismos y estrategias que ayuden a conservar la **agrobiodiversidad mexicana** y los procesos que la generan y la mantienen.

SI DESEAS SABER MÁS DEL PROYECTO O SUMARTE, ¡CONTÁCTANOS!



PÁGINA WEB:
www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectos/agrobiodiversidadmx

CONTACTO:
gef_agrobd@conabio.gob.mx



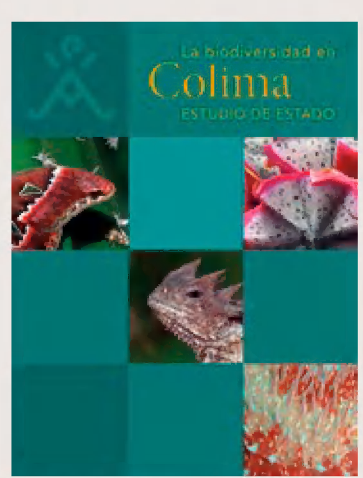




Estudios de Estado y Estrategias estatales de biodiversidad

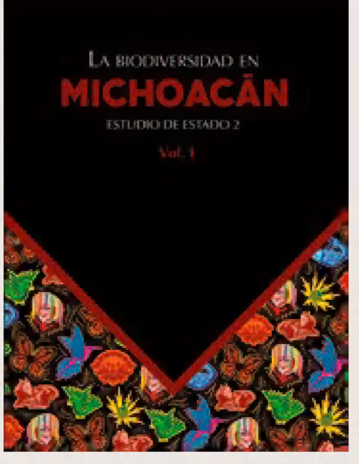
La CONABIO pone a disposición del público estas publicaciones en formato digital PDF gratuitamente.

Encuéntralas en la BIOTECA.

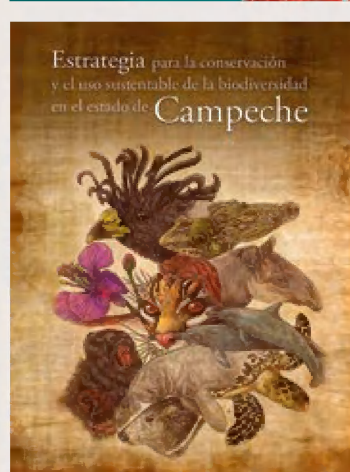




















Estudios Estatales / La biodiversidad en:

- Aguascalientes
- Chiapas
- Chihuahua
- Ciudad de México
- Coahuila
- Colima
- Durango
- Estado de México
- Guanajuato
- Jalisco
- Michoacán
- Morelos
- Puebla
- San Luis Potosí
- Tabasco
- Veracruz
- Zacatecas

Estrategias estatales de biodiversidad en:

- Aguascalientes
- Campeche
- Chiapas
- Chihuahua
- Guanajuato
- Jalisco
- México (nacional)
- Michoacán
- Morelos
- Oaxaca
- Puebla
- Quintana Roo
- Veracruz
- Yucatán

Visita **http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/libros.html**



Biodiversidad mexicana

IN MEMORIAM

TEÓFILO HERRERA SUÁREZ

(1924 – 2020)





El 23 de abril del presente año falleció el Dr. Teófilo Herrera Suárez a los 96 años. Además de su vida ejemplar como científico, maestro y gran amigo, Teófilo Herrera nos deja su enciclopédico conocimiento recogido por más de 70 años sobre los hongos de México. Teófilo se tituló simultáneamente de Biólogo (UNAM) y de Químico Biólogo Parasitólogo (IPN). Continuó con la maestría en ciencias en la Universidad de Wisconsin en la especialidad de bioquímica y microbiología y más tarde realizó el doctorado en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Su dedicación a la enseñanza fue paralela a la investigación y desde los 22 años inició sus labores en la Escuela Nacional Preparatoria. Su dedicación y amor por el conocimiento quedó inoculado en muchas generaciones de estudiantes que se han convertido, como él, en grandes científicos mexicanos. Descanse en paz.

IN MEMORIAM

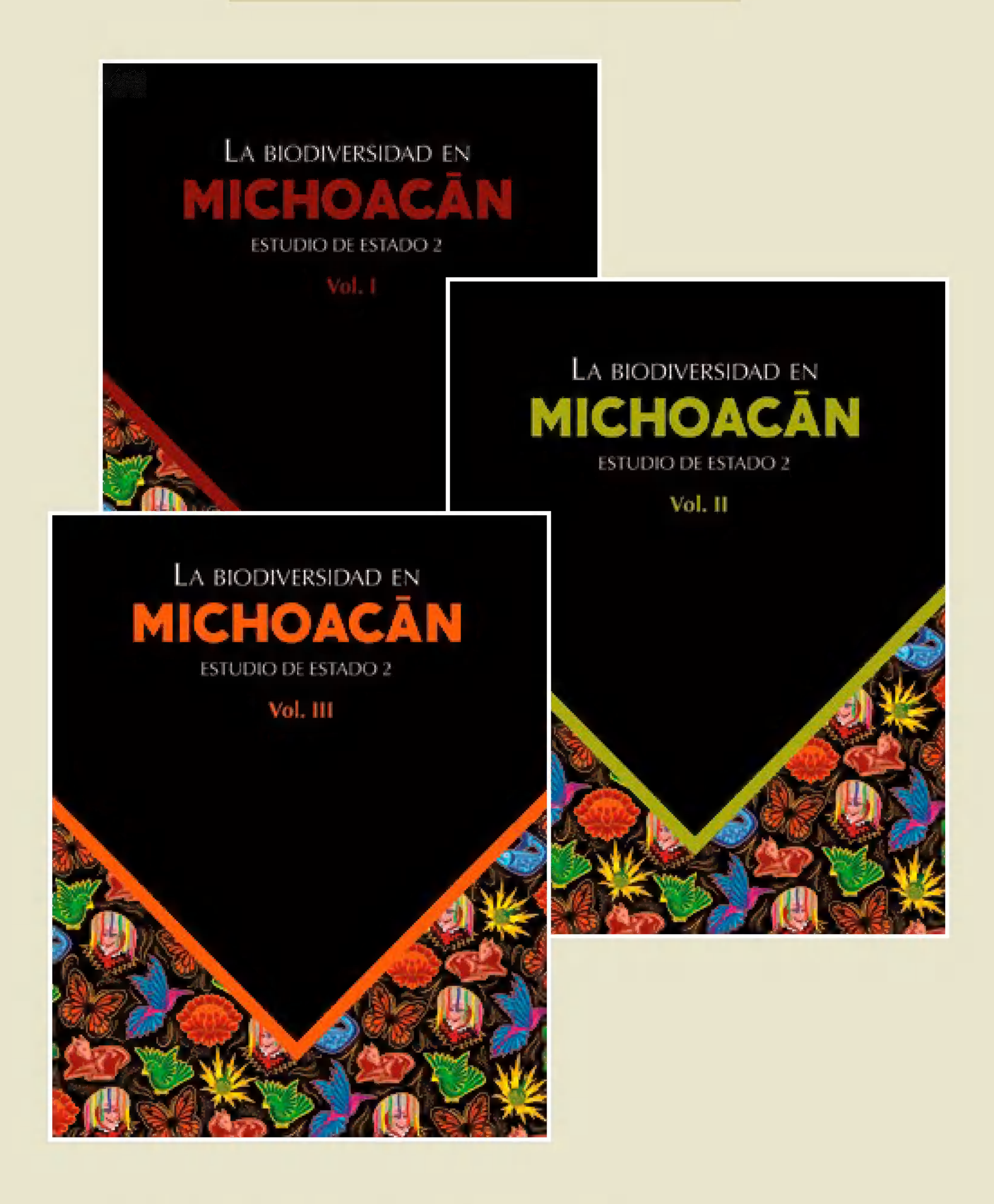
AXEL TIESSEN FAVIER

(1973 – 2020)





El 19 de abril del presente año falleció el Dr. Axel Tiessen Favier a los 47 años. Oriundo de Guadalajara, pero de raíces y formación alemana, el Dr. Tiessen fue un gran fisiólogo de plantas, quien formó su grupo de investigación en el CINVESTAV Unidad Irapuato desde 2006. Inquieto y extremadamente creativo, tenía pasión por las variedades de maíz de México y buscaba su aprovechamiento para hacer híbridos con mayor valor alimenticio, como el Vitamaíz. Desde su regreso a México, tras su posdoctorado en Alemania, combinó la investigación con su entrega por la formación de recursos humanos y la divulgación de la ciencia, enseñando de manera lúdica a niños desde preescolar hasta estudiantes de posgrado, convencido del importante papel que la ciencia debe tener en la sociedad mexicana. Descanse en paz.



La biodiversidad en Michoacán
Estudio de Estado 2

Los estudios de diversidad estatales, conocidos también como Estudios de Estado, constituyen los diagnósticos más completos sobre el patrimonio natural de las entidades de la República mexicana. Con el esfuerzo de compilación que coordina la CONABIO, hasta el momento se han publicado en 18 entidades federativas y se trabaja con nueve estados más para próximas ediciones.

Michoacán es la primera entidad federativa que actualiza el Estudio de Estado, lo que representa un avance importante para la difusión del nuevo conocimiento sobre la diversidad biológica, su aprovechamiento y las tendencias de cambio. Se abordan nuevas temáticas como una sección dedicada a la diversidad genética, un capítulo sobre los sistemas ecosistémicos disponibles en la entidad y una sección que esboza de manera clara el contexto social y económico del estado, señalando su influencia en la preservación o deterioro de la riqueza natural michoacana. Lo que relevante son las 14 684 especies reportadas, en contraste con las 9 509 especies registradas en el primer estudio.

La obra está conformada por tres volúmenes, que representan una fuente de información única y veraz sobre la situación actual del capital natural de Michoacán. El contenido fue desarrollado por los académicos del estado especialistas en los temas tratados y por representantes del gobierno estatal.

La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2 es una fotografía del conocimiento y estado de la biodiversidad en esa entidad. Representa la principal fuente de consulta para autoridades gubernamentales, académicos, comunidades locales, grupos indígenas y la sociedad en general, con el fin de dirigir la toma de decisiones, diseñar estrategias de planeación, establecer políticas públicas y continuar con la generación de nuevo conocimiento sobre el patrimonio natural para el desarrollo sustentable de Michoacán.







La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de las redes sociales

Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO.
El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor.
Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2013-060514223800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE:	Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO:	Tools Soluciones
CUIDADO DE LA EDICIÓN:	Adriana Cataño y Leticia Mendoza
PRODUCCIÓN:	Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN:	Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 Ciudad de México
Tel. 5004-5000, www.gob.mx/conabio. Distribución: nosotros mismos